



DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets ⁶ : H04Q 11/04, H04L 12/56	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 00/02413
		(43) Date de publication internationale: 13 janvier 2000 (13.01.00)

(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR98/01444

(22) Date de dépôt international: 6 juillet 1998 (06.07.98)

(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): FRANCE
TELECOM S.A. [FR/FR]; 6, place d'Alleray, F-75015 Paris (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (US seulement): REMAEL,
François-Arnaud [FR/FR]; 2, rue Saint-Yves, F-22300
Lannion (FR).(74) Mandataire: MAILLET, Alain; Cabinet Le Guen & Maillet,
38, rue Levavasseur, Boîte postale 91, F-35802 Dinard
Cedex (FR).(81) Etats désignés: CA, JP, US, brevet européen (AT, BE, CH,
CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL,
PT, SE).

Publiée

Avec rapport de recherche internationale.

(54) Title: METHOD FOR DYNAMIC RATE ALLOCATION IN A COMMUNICATION NETWORK, IN PARTICULAR A HIGH RATE NETWORK

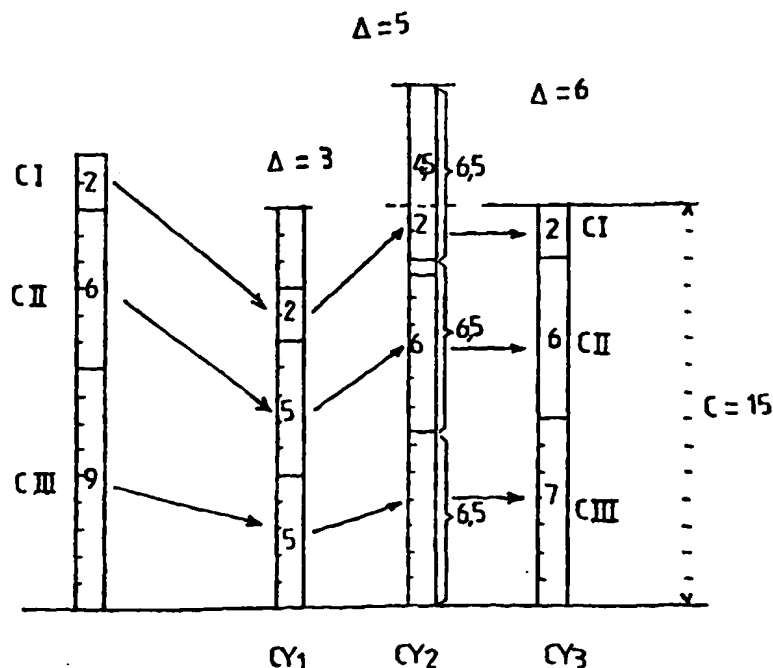
(54) Titre: PROCÉDE D'ALLOCATION DYNAMIQUE DE DÉBITS POUR UN RESEAU DE COMMUNICATION, NOTAMMENT UN RESEAU DU TYPE A HAUTS DÉBITS

(57) Abstract

The invention concerns a method for dynamic rate allocation in a communication network, in particular a high rate network such as an ATM (Asynchronous Transfer Mode) network. Said method is designed to be implemented at the network nodes, and consists in allocating, to each of the sources whereof the connections converge on one network node and in response to a rate request from said source, a cell rate so as to share the maximum band provided by said node output link.

(57) Abrégé

La présente invention concerne un procédé d'allocation dynamique de débits pour un réseau de communication, notamment un réseau du type à hauts débits tel qu'un réseau ATM (Asynchronous Transfer Mode). Ce procédé est prévu pour être mis en oeuvre aux noeuds d'un réseau, ledit procédé consistant à allouer, à chacune des sources dont les connexions convergent sur un noeud d'un réseau et suite à une requête de débit établie par ladite source, un débit de cellules de manière à partager la bande maxima offerte par le lien de sortie dudit noeud.



UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce			TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	ML	Mali	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MN	Mongolie	UA	Ukraine
BR	Brésil	IL	Israël	MR	Mauritanie	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MW	Malawi	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	MX	Mexique	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NE	Niger	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NL	Pays-Bas	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NO	Norvège	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	NZ	Nouvelle-Zélande		
CM	Cameroun			PL	Pologne		
CN	Chine	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CU	Cuba	KZ	Kazakstan	RO	Roumanie		
CZ	République tchèque	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
DE	Allemagne	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DK	Danemark	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
EE	Estonie	LR	Libéria	SG	Singapour		

Procédé d'allocation dynamique de débits pour un réseau de communication, notamment un réseau du type à hauts débits.

La présente invention concerne un procédé d'allocation dynamique de débits pour un réseau de communication, notamment un réseau du type à hauts débits tel qu'un réseau ATM (Asynchronous Transfer Mode).

Les réseaux ATM ont été conçus pour pouvoir supporter des flux de données
5 multimédia, tels que des données, des sons, des images et de la vidéo. La technologie ATM permet à un même support de transmettre des flux présentant des débits et des demandes de performance différents. Pour pouvoir présenter de telles caractéristiques, les réseaux ATM sont prévus pour pouvoir gérer les ressources et garantir une qualité de service.

10 Avant d'être établie, une connexion doit en faire la demande au réseau en précisant les caractéristiques souhaitées, et notamment le débit qu'elle entend réserver et la qualité de service désirée. Au besoin, elle précise, dans sa requête, le débit minimum que le réseau doit lui garantir. Si le réseau juge qu'il a les ressources

suffisantes pour satisfaire la demande, alors il établit la connexion mais il garantit également le débit et la qualité de service demandés.

Différentes classes de service ont été définies qui, selon la nature des sources de données et des demandes en performance et en qualité souhaitées par les connexions correspondantes, définissent à leur tour un protocole de contrôle des trafics sur ces connexions. Les classes généralement considérées sont les suivantes : la classe dite CBR (Constant Bit Rate), la classe qui est dite VBR (Variable Bit Rate), la classe dite ABR (Available Bit Rate) et une classe voisine de la classe ABR, la classe dite ABT (ATM Block Transfer).

10 Pour schématiser, on peut dire que dans la classe CBR, une qualité de service de haut niveau est spécifiée alors qu'aucune qualité de service en terme de temps de transfert ou de gigue n'est explicitement spécifiée dans la classe ABR. Dans la classe VBR, un certain nombre de paramètres de contrôle est défini au moment de la connexion, ces paramètres une fois définis servant au réseau pour garantir une qualité
15 de service.

Les mécanismes qui sont généralement mis en œuvre pour les classes de service dite ABR et ABT, seules considérées ici, sont les suivants. Pour chacune des connexions actives, de manière périodique, une cellule spécialisée, dite par la suite cellule de gestion de ressources, va parcourir l'ensemble du trajet suivi par les cellules usager de cette connexion. A la réception de cette cellule sur un noeud du réseau, un
20 protocole est mis en œuvre pour vérifier que le débit alloué jusqu'ici à la connexion n'excède pas une valeur déterminée en fonction des autres connexions du moment. Si tel est le cas, ce noeud va allouer à la connexion un nouveau débit dont la valeur sera placée dans la cellule de gestion de ressources. Arrivée à une extrémité du trajet suivi
25 par les cellules usager, la cellule de gestion de ressources est retournée vers la source de la connexion concernée avec la plus petite valeur de débit autorisée le long du parcours. La source devra alors adapter son débit à cette nouvelle valeur.

Un procédé d'allocation est prévu pour être mis en œuvre aux noeuds d'un réseau. Il permet d'allouer, à chacune des sources dont les connexions convergent sur

un noeud du réseau et suite à une requête de débit formulée par ladite source, un débit de cellules de manière à partager la bande maxima offerte par le lien de sortie dudit noeud.

Une description des mécanismes mis en œuvre pour le contrôle du trafic dans la classe ABR est par exemple faite par F.BONOMI et K.W.FENDICK dans un article
5 intitulé "The rate-based flow control framework for the Available Bit Rate Atm service" paru dans IEEE Network de Mars/Avril 1995.

Les procédés d'allocation de débit connus sont généralement mis en œuvre pour des connexions supportant des données et font utilisation dans les noeuds de files du
10 type FIFO, ce qui ne peut être envisagé pour la transmission de vidéo du fait de la spécificité de celle-ci en ce qui concerne les débits qui sont nécessairement élevés, les temps de retard de transmission qui ne peuvent être trop importants, etc.

Le but de la présente invention est donc de proposer un procédé d'allocation de débit permettant un partage équitable de la bande passante utilisée par différentes
15 sources temps réel, notamment des sources vidéo.

A cet effet, un procédé selon l'invention est caractérisé en ce qu'il consiste, lors de cycles successifs, à :

- a) au début de chaque cycle, affecter à chacune desdites connexions un débit, et
- b) pendant le cycle, à allouer, d'une part, à chaque connexion dont le débit requis est
20 supérieur au débit qui lui a été affecté, le débit qui lui a été affecté, ladite connexion étant alors comptabilisée et marquée en tant que connexion écrêtée, et, d'autre part, à chaque connexion dont le débit requis est inférieur au débit qui lui a été affecté, soit le débit déjà alloué au cycle précédent si à ce cycle précédent ladite connexion n'avait pas été marquée en tant que connexion écrêtée, soit le débit requis si au cycle
25 précédent ladite connexion avait été marquée en tant que connexion écrêtée, la différence entre la valeur du débit affecté et la valeur du débit alloué étant alors comptabilisée en tant que valeur de débit non-alloué,

c) et, à la fin dudit cycle, calculer une nouvelle valeur de débit à affecter au cycle suivant à chacune desdites connexions sur la base de la valeur comptabilisée de débit non-alloué et le nombre de connexions écrêtées.

5 Selon une autre caractéristique de l'invention, il consiste à affecter à chacune desdites sources, lors d'un cycle initial, un débit correspondant au partage équitable entre toutes les sources de la bande maxima offerte par le lien de sortie dudit noeud.

Selon une autre caractéristique de l'invention, il consiste à calculer la nouvelle valeur de débit à affecter au cycle suivant à chacune des connexions écrêtées en partageant équitablement le débit non-alloué entre lesdites connexions écrêtées.

10 Selon une autre caractéristique de l'invention, il consiste à calculer la nouvelle valeur de débit à affecter au cycle suivant à chacune desdites connexions en partageant équitablement entre lesdites connexions écrêtées ledit débit non-alloué auquel on ôte la valeur de débit affecté en excès.

15 Selon une autre caractéristique de l'invention, il est prévu pour que la période de chaque cycle soit supérieure à la période de renégociation mise en œuvre par les équipements dudit réseau.

20 Selon une autre caractéristique de l'invention, il est prévu pour que la période de chaque cycle soit supérieure à la période de renégociation mise en œuvre par les équipements dudit réseau augmentée de la durée maxima des temps respectivement mis par des cellules de gestion de ressources desdites connexions pour effectuer le trajet complet de la source considérée à l'autre extrémité du réseau et revenir à ladite source.

Selon une autre caractéristique de l'invention, il est prévu pour compter les requêtes émanant de chacune des sources, ledit procédé n'examinant que les requêtes qui ont un même numéro d'ordre.

25 Selon une autre caractéristique de l'invention, il est prévu pour marquer une connexion après réception de la requête de la source correspondante, ladite marque étant annulée au début de chaque cycle, et ledit procédé n'examinant que les requêtes des sources dont les connexions sont déjà marquées.

Selon une autre caractéristique de l'invention, il consiste à pondérer les débits respectivement affectés aux sources. Chaque facteur de pondération dépend avantageusement du débit minimum garanti demandé par la source correspondante. Il est par exemple égal au débit minimum garanti demandé par ladite source divisé par la somme totale des débits minimum garantis respectivement demandés par toutes les sources. Le débit qui est affecté à une source peut alors être égal à une valeur de débit commune à toutes les sources que multiplie ledit facteur de pondération.

Selon une autre caractéristique de l'invention, à la réception de la requête d'une source dont la connexion n'avait pas été marquée au cycle précédent en tant que connexion écrêtée, et lorsque le débit maintenant requis est supérieur au débit qui avait été alloué au cycle précédent, il consiste à interrompre le cycle en cours et à recommencer un nouveau cycle à partir de cette requête, le débit affecté à chaque source étant le débit le plus élevé entre le débit courant de la connexion concernée et la valeur de débit équitablement répartie entre toutes les sources.

Selon une autre caractéristique de l'invention, il consiste à conserver dans le contexte de chaque connexion un numéro caractérisant le cycle.

Les caractéristiques de l'invention mentionnées ci-dessus, ainsi que d'autres, apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante d'un exemple de réalisation faite en relation avec le dessin joint qui illustre le procédé selon l'invention à partir d'un exemple arbitraire.

Le procédé selon l'invention est implanté dans chaque noeud d'un réseau. Là, pour chaque communication active qui converge sur le noeud considéré, est tenu un registre Reg dans lequel est stockée la valeur de débit qui est allouée à cette communication. A des temps espacés d'une période T, la source de chaque communication émet une cellule de gestion de ressources RM sur le trajet de la communication. Au départ, cette cellule RM porte la valeur de débit requis par la source. A chaque noeud, sont comparées la valeur portée par la cellule de gestion RM et celle qui est stockée dans le registre Reg du noeud. Si la valeur de débit stockée dans le registre Reg est inférieure à la valeur de débit portée par la cellule de gestion

RM, alors cette dernière est modifiée en prenant la valeur stockée dans le registre Reg. Par contre, si elle est égale ou supérieure, alors la valeur portée par la cellule de gestion RM n'est pas modifiée.

5 Arrivée à l'extrémité du réseau, la cellule de gestion RM est retournée vers la source. Elle porte alors la plus petite valeur de débit qui a été allouée à la communication par le réseau et qui est donc autorisée par celui-ci le long du trajet de la communication. La source adapte alors son débit d'émission de cellules usager à cette nouvelle valeur.

10 On notera que l'on nomme ici cellules usager, les cellules qui portent les données, par exemple des données d'image et de son, émises par la source à destination de son interlocuteur.

15 Le procédé selon l'invention concerne donc l'allocation d'un débit à une communication. Cette allocation est dynamique en ce sens qu'elle fait l'objet d'une renégociation de débit qui est effectuée avec la périodicité T d'émission des cellules gestion de ressources RM. Ainsi, pour chaque communication qui converge sur lui, chaque noeud du réseau voit passer, dans une période T, une seule et unique requête de renégociation de débit et y répond, au moyen du procédé de l'invention, en y allouant un débit pour ses cellules usager.

20 Le procédé de l'invention est donc mis en œuvre selon des cycles successifs de période T. On va décrire les différentes étapes du procédé telles qu'elles apparaissent dans un cycle.

25 Si on appelle C la bande maxima que peut supporter le lien de sortie du noeud considéré, une répartition la plus équitable possible entre les N sources dont les connexions convergent sur ce noeud alloue à chaque source la valeur de débit C / N . En conséquence, lors d'un cycle initial, cette valeur $R1 = C / N$ est placée dans chacun des registres Reg respectivement liés aux communications actives.

Lors de chaque cycle, lorsque le noeud reçoit la cellule de gestion de ressources RM émise d'une source dont la connexion converge sur lui, deux cas peuvent se présenter.

Dans un premier cas, la valeur Rq qui est requise par la source et qui est portée par la cellule RM est inférieure à la valeur $R1$. Alors, un registre $R\Delta$ comptabilisant la quantité Δ de bande qui n'a pas été allouée pendant le cycle courant est incrémenté de la différence $R1 - Rq$. Par ailleurs, la communication est marquée comme ne pouvant
5 pas augmenter son débit au-dessus de la valeur Rq .

Dans l'autre cas, la valeur requise Rq est supérieure à la valeur $R1$. La demande de la source est dite écrêtée à la valeur $R1$ et est marquée en conséquence. On incrémente par ailleurs un compteur m qui compte le nombre de demandes écrêtées.

A la fin du cycle, lorsque toutes les sources ont transmis leur cellule de gestion
10 de ressources RM, c'est-à-dire après un temps T correspondant à la période d'émission des cellules RM par les sources, la situation est la suivante.

Les communications dont les demandes de débit Rq sont inférieures à la valeur $R1$ sont marquées comme ne pouvant augmenter leur débit au-delà de cette valeur Rq . Pour les autres, la valeur du débit qui leur est allouée est pour l'instant égale à la
15 valeur $R1$. La totalité de la bande non encore allouée durant le cycle est stockée dans le registre Δ et le nombre de communications écrêtées est stocké dans le compteur m .

On connaît ainsi le nombre de connexions qui souhaitent augmenter leur débit et la bande qui reste disponible pour cette augmentation. Selon l'invention, on autorise les connexions qui ont été écrêtées à augmenter, au cycle suivant, leur débit d'une valeur
20 correspondant à la bande du lien de sortie du noeud qui n'a pas été encore allouée divisée par le nombre m de communications écrêtées.

Ainsi, au cycle suivant, on remet en œuvre le procédé de l'invention avec une nouvelle valeur de $R1$ et en n'autorisant que les connexions précédemment écrêtées à augmenter leur débit.

25 On va maintenant expliciter le procédé selon l'invention en prenant d'abord un exemple arbitraire illustratif dans lequel trois communications $C1$, $C2$ et $C3$ sont mises en jeu (voir la Fig. 1). La première $C1$ a une demande de débit correspondant à deux unités, la seconde $C2$ à six unités et la troisième $C3$ à neuf unités. La capacité maximale C du lien de sortie du noeud est de quinze unités ($C = 15$).

Lors du cycle initial CY_1 , on va affecter à chaque communication un débit équitablement partagé $R1$ dont la valeur est donc $R1 = C / N$ où N est le nombre de communications actives convergeant sur le noeud considéré. Ici $N = 3$. On a donc $R1 = 5$. Le débit total affecté est $N \cdot R1$ soit quinze unités.

- 5 Selon la terminologie adoptée ici, l'affectation d'un débit à une communication n'est pas l'allocation. Pour une connexion qui a été précédemment écrêtée, la valeur du débit affecté est la valeur maxima de débit que le noeud peut allouer à cette connexion. Par contre, pour une connexion qui n'a pas été précédemment écrêtée, la valeur du débit affecté est sans rapport avec la valeur de débit alloué. La différence entre la
- 10 valeur du débit affecté et la valeur du débit alloué est comptabilisée en tant que valeur de bande non allouée.

- Ainsi, à la communication $C1$, on alloue deux unités et il reste donc trois unités qui n'ont pas été allouées et qui sont alors comptabilisées dans le registre R_Δ ($\Delta = 3$). A chacune des communications $C2$ et $C3$ qui ont été écrêtées à la valeur de cinq unités,
- 15 on n'alloue que ces cinq unités. Pour ces communications $C2$ et $C3$ seulement, la valeur de débit alloué est égale à la valeur de débit affecté.

A la fin de ce cycle, on a donc $\Delta = 3$ et $m = 2$ (nombre de communications écrêtées = 2).

- Au cycle suivant CY_2 , on va distribuer équitablement les trois unités qui n'ont pas
- 20 été allouées au cycle précédent CY_1 à chacune des deux communications écrêtées $C2$ et $C3$, soit $\frac{\Delta}{m} = \frac{3}{2} = 1,5$ unité par communication. Pour ce faire, on va affecter à chaque communication active sur le noeud considéré un débit équitablement partagé $R1$ de $(5 + 1,5)$ unités soit 6,5 unités. Le débit total affecté est alors de $N \cdot R1 = 6,5 \times 3 = 19,5$ unités.

- 25 A la communication $C1$, on alloue deux unités et il reste, par rapport aux 6,5 unités affectées, 4,5 unités non allouées. A la communication $C2$, on alloue six unités correspondant à sa requête, et il reste donc 0,5 unité non allouée qui ajoutée aux 4,5 unités déjà non-allouées de la communication $C1$ donnent cinq unités non allouées.

A la communication C3, on alloue 6,5 unités. Cette communication C3 est la seule qui a été écrêtée durant ce cycle. A la fin du cycle, on a donc $\Delta = 5$ et $m = 1$.

Pour le calcul de la bande à partager au cycle suivant, on doit retrancher, des cinq unités non allouées, le débit affecté en excédent par rapport à la capacité maxima
5 C du lien de sortie du noeud, c'est-à-dire $(N \cdot R1 - C) = (19,5 - 15) = 4,5$ unités. La bande à partager au cycle suivant sera donc égale à : $5 - 4,5 = 0,5$ unité qui va permettre de calculer la nouvelle valeur de R1 égale maintenant à $6,5 + 0,5 = 7$ unités.

Au cycle CY₃, on va affecter à chaque communication active 7 unités correspondant à la nouvelle valeur de R1. Le débit total affecté est donc de 3 x 7
10 unités, soit 21 unités. On peut constater qu'à la fin du cycle CY₃, Δ sera égal à 6. La bande à partager au cycle suivant sera alors de $\Delta - (N \cdot R1 - C) = 0$.

Le processus se poursuit ainsi de cycle en cycle.

On va maintenant formaliser le procédé selon l'invention.

La bande disponible pour l'ensemble des communications est la bande disponible
15 sur le lien de sortie du noeud, soit C.

Le débit total qui est équitablement affecté, au débit de chaque cycle, est noté Da et sa valeur est égale à $N \cdot R1$, d'où :

$$Da = N \cdot R1$$

20

Or, ce débit total affecté Da peut être supérieur à la capacité maxima C du lien de sortie du noeud. Il en résulte qu'un débit a été affecté de manière excédentaire par rapport à cette capacité. Ce débit excédentaire De a donc pour valeur :

$$25 \quad De = Da - C = N \cdot R1 - C.$$

On peut donc écrire la relation suivante :

$$C = Da - De = Da - (N \cdot R1 - C) = Da + (C - N \cdot R1)$$

A la fin de chaque cycle, le débit total affecté Da a été, dans une première partie, alloué et, dans une seconde partie, non-alloué. Dans la partie allouée, se trouvent, d'une part, le débit effectivement alloué aux connexions qui sont écrêtées, soit $m \cdot R1$, où m 5 représente le nombre de connexions écrêtées et $R1$ le débit affecté à chaque communication et, d'autre part, le débit total alloué aux connexions non écrêtées, soit $\sum_{non-écrêtées} Débit$. Quant à la seconde partie non-allouée, elle a été comptabilisée dans le registre $R\Delta$. On peut donc écrire :

$$10 \quad Da = m \cdot R1 + \sum_{non-écrêtées} Débit + \Delta$$

soit, en remplaçant dans l'expression précédente :

$$15 \quad C = m \cdot R1 + (C - N \cdot R1) + \sum_{non-écrêtées} Débit + \Delta$$

ce qui peut se réécrire de la manière suivante :

$$C = m \cdot \left(R1 + \frac{(C - N \cdot R1) + \Delta}{m} \right) + \sum_{non-écrêtées} Débit$$

20 On voit, par cette relation, que si l'on attribue, au prochain cycle et aux m connexions qui ont été écrêtées précédemment, la valeur qui est comprise entre parenthèses, la bande sera équitablement partagée et sera complètement utilisée.

Selon l'invention, on va procéder de la manière suivante. Au prochain cycle, on va recommencer la mise en œuvre du procédé de l'invention en autorisant les seules 25 connexions qui ont été écrêtées à augmenter de nouveau leur débit. Pour ce faire, on modifie la valeur de $R1$ qui est maintenant égale à :

$$R1 = R1 + \frac{(C - N \cdot R1) + \Delta}{m}$$

Ainsi, au début de chaque cycle, on se trouve avec un certain nombre de
5 connexions qui ne sont pas autorisées à augmenter leur débit alors que les autres le
sont et, ce, jusqu'à une valeur qui correspond à la valeur qui est stockée dans le registre
 $R1$. Puis les connexions sont examinées les unes après les autres par le procédé
explicité ci-dessus, pour qu'à la fin du cycle, on puisse déterminer le débit disponible
non encore alloué Δ et le nombre m de connexions écrêtées. De là, on recalcule une
10 nouvelle valeur de $R1$ qui sera utilisée pour l'examen du cycle suivant. Ce processus se
poursuit donc de manière continue de cycle en cycle.

Selon l'invention, si une connexion qui n'a pas été écrêtée lors du cycle précédent
souhaite, au cycle courant, augmenter son débit, on interrompt le cycle courant. Puis
on modifie la valeur qui est stockée dans le registre $R1$ et on lance un nouveau cycle à
15 partir de cette connexion. La nouvelle valeur de $R1$ est égale au maximum entre la
valeur de débit précédemment allouée à la connexion concernée et la valeur de débit
équitablement répartie C/N , C étant le débit disponible sur le lien de sortie du noeud
considéré et N étant le nombre de connexions actives au moment considéré.

Selon un premier mode de réalisation de la présente invention, et afin de s'assurer
20 que, lors d'une période, une renégociation de débit a bien eu lieu pour chaque
connexion active convergeant sur le noeud considéré, on prévoit un compteur prévu
pour compter les requêtes émanant de chacune des sources, le procédé étant alors
prévu pour n'examiner que les connexions qui ont un même numéro d'ordre.

Selon un autre mode de réalisation de la présente invention, on prévoit que la
25 période de modification du registre $R1$ est plus importante que la période de
renégociation mise en œuvre par les équipements du réseau prévus à cet effet.

Avantageusement, on augmente cette période de la valeur maximale des temps
respectivement mis par les cellules de gestion de ressources RM des connexions actives

pour effectuer le trajet complet de la source à l'autre extrémité du réseau et revenir à la source. Ainsi, on est sûr que l'ensemble des sources a eu le temps de se mettre en conformité avec les débits autorisés par les différents noeuds du réseau, mise en conformité qui ne peut avoir lieu qu'après que la cellule de gestion de ressources RM
5 qui est porteuse de l'information correspondant au débit alloué à la source ait eu le temps de retourner jusqu'à la source. Cette manière de faire permet au procédé une certaine robustesse par rapport à la rupture de certaines liaisons.

Au cas où une connexion ferait deux requêtes dans une même période, il ne serait pas tenu compte de la seconde pour qu'elle ne perturbe pas la répartition de la bande
10 passante entre les sources. Chaque connexion est pour ce faire marquée une fois avoir effectué une requête et cette marque est effacée au début de chaque cycle. Ainsi, dans un cycle donné, une demande n'est donc plus acceptée si elle émane d'une connexion qui a déjà été marquée.

Selon un autre mode de réalisation de l'invention, pour éviter qu'une même
15 connexion soit analysée deux fois durant un même cycle, on affecte, à chaque cycle, un numéro d'ordre qui est incrémenté d'une unité à chaque nouveau cycle. Ce numéro d'ordre est mémorisé pour chaque connexion après son analyse dans le cycle. Ainsi, supposons que l'on soit dans le cycle Cy. Dans ce cycle, avant analyse, à une connexion donné, est mémorisé le numéro Cy - 1. Après analyse, est mémorisé le numéro Cy.

20 Avant d'allouer un débit à une source, on vérifie que le numéro d'ordre mémorisé pour la connexion considérée est inférieur d'une unité à celui du cycle courant. Si tel est le cas, l'allocation est mise en œuvre. Sinon, elle n'est pas mise en œuvre, car cela signifie que ladite connexion a déjà été analysée dans le cycle courant.

Lorsqu'on interrompt un cycle Cy, suite à une demande de débit d'une connexion
25 non-écrêtée supérieure à ce qu'elle a jusqu'alors demandé, et qu'on recommence un nouveau cycle, on va affecter à ce cycle un numéro égal au numéro du cycle interrompu Cy plus deux unités. Chaque vérification aboutit ainsi à une nouvelle allocation.

Dans le procédé qui vient d'être décrit, le débit demandé par la source vidéo correspondant à son débit maximum demandé est fixe dans le temps au moins à l'échelle de quelques cycles. L'utilisateur peut, s'il le désire, modifier ce paramètre mais, en pratique, il le fera rarement. Si toutefois pour des raisons de taille de réseau ou autres, les demandes des sources devaient être très souvent modifiées, on a pu montrer
 5 que le procédé de l'invention tend alors vers une allocation des débits à la valeur C/N si bien que l'on perd l'avantage de pouvoir utiliser la bande disponible pour la partager entre les sources dont les demandes sont les plus élevées.

Dans le procédé qui vient d'être décrit, chaque source fait une demande de débit
 10 maximum. Or, le procédé s'applique également au cas où l'on voudrait tenir compte d'une équité qui serait proportionnelle aux débits minimum garantis des sources. Pour ce faire, on procéderait de la manière suivante.

On divise la valeur C du débit disponible sur le lien de sortie du noeud considéré par la somme des débits minima garantis Dmg_i ($i = 1$ à N). On obtient alors un facteur
 15 qui permet la pondération de chaque débit équitablement affecté, noté ici R_i . En effet, on a alors :

$$R_i = Dmg_i \cdot \frac{C}{\sum_{i=(1,...N)} Dmg_i} = DMG_i \cdot C$$

20 où DMG_i est le facteur de pondération appliqué à la source C_i .

Chaque connexion C_i est donc écrêtée à la valeur de débit R_i . Si l'on considère un registre R dans lequel est stockée la valeur du débit total affecté à toutes les connexions, la valeur de débit R_i affectée à une connexion sera égale à :

25 $R_i = DMG_i \cdot R$

A la fin de chaque cycle, la valeur recalculée de ce registre sera donnée par la relation suivante analogue à celle mentionnée ci-dessus :

$$R = R + \frac{C - R \cdot \sum_{i=1, \dots, N} DMG_i + \Delta}{\sum_{\text{écrêtées}} DMG_i} = R + \frac{C - R + \Delta}{\sum_{\text{écrêtées}} DMG_i}$$

où $\sum_{i=1, \dots, N} DMG_i = 1$ représente la somme des facteurs de pondération, Δ

- 5 représente de débit non-alloué et $\sum_{\text{écrêtées}} DMG_i$ représente la somme des facteurs de pondération des seules connexions qui ont été écrêtées.

REVENDICATIONS

1) Procédé d'allocation dynamique de débits prévu pour être mis en œuvre aux noeuds d'un réseau, ledit procédé consistant à allouer, à chacune des sources dont les connexions convergent sur un noeud d'un réseau et suite à une requête de débit établie par ladite source, un débit de cellules de manière à partager la bande maxima offerte par le lien de sortie dudit noeud, caractérisé en ce qu'il consiste, lors de cycles successifs, à :

a) au début de chaque cycle, affecter à chacune desdites connexions un débit ($R1$, R_i), et

b) pendant le cycle, à allouer, d'une part, à chaque connexion dont le débit requis (Rq) est supérieur au débit qui lui a été affecté ($R1$, R_i), le débit qui lui a été affecté ($R1$, R_i), ladite connexion étant alors comptabilisée (m) et marquée en tant que connexion écrêtée, et, d'autre part, à chaque connexion dont le débit requis (Rq) est inférieur au débit qui lui a été affecté ($R1$, R_i), soit le débit déjà alloué au cycle précédent si à ce cycle précédent ladite connexion n'avait pas été marquée en tant que connexion écrêtée, soit le débit requis (Rq) si au cycle précédent ladite connexion avait été marquée en tant que connexion écrêtée, la différence entre la valeur du débit affecté et la valeur du débit alloué étant alors comptabilisée en tant que valeur de débit non-alloué (Δ),

c) et, à la fin dudit cycle, calculer une nouvelle valeur de débit ($R1$, R_i) à affecter au cycle suivant à chacune desdites connexions sur la base de la valeur comptabilisée de débit non-alloué (Δ) et le nombre de connexions écrêtées (m).

2) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à affecter à chacune desdites sources, lors d'un cycle initial, un débit correspondant au partage équitable entre toutes les sources de la bande maxima offerte par le lien de sortie dudit noeud :

$$R1 = C / N$$

Où C est la valeur en débit de la bande maxima offerte par le lien de sortie dudit noeud, et N est le nombre de connexions actives sur ledit noeud.

- 3) Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il consiste à
 5 calculer la nouvelle valeur de débit à affecter au cycle suivant à chacune des connexions écrêtées en partageant équitablement le débit non-alloué entre lesdites connexions écrêtées :

$$R1 = R1 + \Delta / m$$

10

où Δ est le débit non-alloué et m est le nombre de connexions écrêtées.

- 4) Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il consiste à
 calculer la nouvelle valeur de débit à affecter au cycle suivant à chacune desdites
 connexions en partageant équitablement entre lesdites connexions écrêtées ledit débit
 15 non-alloué auquel on ôte la valeur de débit affecté en excès :

$$R1 = R1 + \frac{(C - N \cdot R1) + \Delta}{m}$$

- Où C est la valeur en débit de la bande maxima offerte par le lien de sortie dudit
 noeud, N est le nombre de connexions actives sur ledit noeud, Δ est le débit non-
 20 alloué et m est le nombre de connexions écrêtées.

5) Procédé selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est
 prévu pour que la période de chaque cycle soit supérieure à la période de
 renégociation mise en œuvre par les équipements dudit réseau.

- 6) Procédé selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est
 25 prévu pour que la période de chaque cycle soit supérieure à la période de renégociation
 mise en œuvre par les équipements dudit réseau augmentée de la durée maxima des
 temps respectivement mis par des cellules des gestion de ressources RM desdites
 connexions pour effectuer le trajet complet de la source considérée à l'autre extrémité
 du réseau et revenir à ladite source.

7) Procédé selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est prévu pour compter les requêtes émanant de chacune des sources, ledit procédé n'examinant que les requêtes qui ont un même numéro d'ordre.

5 8) Procédé selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est prévu pour marquer une connexion après réception de la requête de la source correspondante, ladite marque étant annulée au début de chaque cycle, et ledit procédé n'examinant que les requêtes des sources dont les connexions sont déjà marquées.

9) Procédé selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il consiste à pondérer les débits respectivement affectés aux sources.

10 10) Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que chaque facteur de pondération dépend du débit minimum garanti demandé par la source correspondante.

11) Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que le facteur de pondération d'une source est égal au débit minimum garanti demandé par ladite source divisé par la somme totale des débits minimum garantis respectivement demandés par
15 toutes les sources.

12) Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que le débit qui est affecté à une source est égal à la valeur de débit totale affectée à toutes les sources que multiplie ledit facteur de pondération, ladite valeur de débit étant donnée par la relation suivante :

20

$$R = R + \frac{C - R + \Delta}{\sum_{\text{écrêtées}} DMG_i}$$

où Δ représente de débit non-alloué et $\sum_{\text{écrêtées}} DMG_i$ représente la somme des

facteurs de pondération des seules connexions qui ont été écrêtées.

13) Procédé selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'à la
25 réception de la requête d'une source dont la connexion n'avait pas été marquée au cycle précédent en tant que connexion écrêtée, et lorsque le débit maintenant requis est supérieur au débit qui avait été alloué au cycle précédent, il consiste à interrompre le

cycle en cours et à recommencer un nouveau cycle à partir de cette requête, le débit affecté à chaque source étant le débit le plus élevé entre le débit courant de la connexion concernée et la valeur de débit équitablement répartie entre toutes les sources.

- 5 14) Procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce qu'il consiste à conserver dans le contexte de chaque connexion un numéro caractérisant le cycle courant.

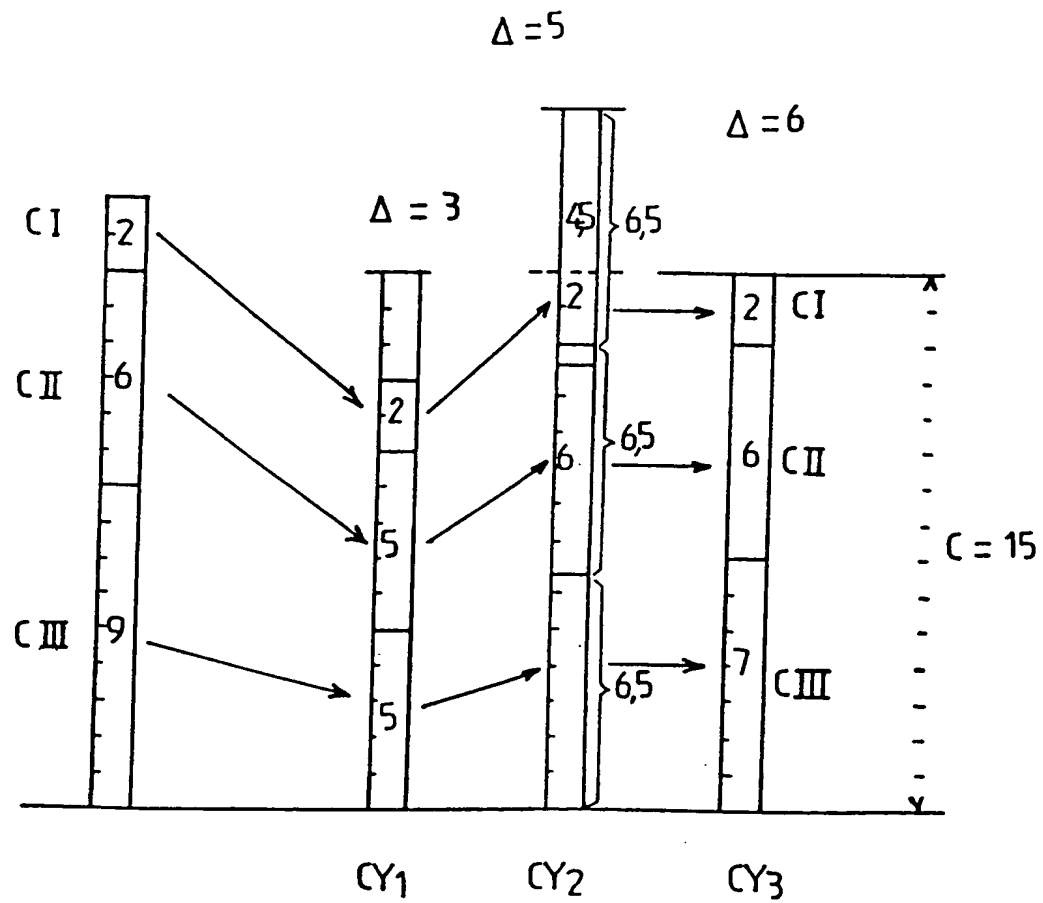


FIG. UNIQUE

This Page Blank (uspto)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

National Application No
PCT/FR 98/01444

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 H04Q11/04 H04L12/56

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 H04Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>KALAMPOUKAS L ET AL: "AN EFFICIENT RATE ALLOCATION ALGORITHM FOR ATM NETWORKS PROVIDING MAX-MIN FAIRNESS" HIGH PERFORMANCE NETWORKING 6, IFIP 6TH. INTERNATIONAL CONFERENCE ON HIGH PERFORMANCE NETWORKING (HPN). PALMA DE MALLORCA, SEPT. 13 - 15, 1995, no. CONF. 6, 11 September 1995, pages 143-154, XP000624333 PUIGJANER R (ED) see page 145, line 13 - page 146, line 24 --- -/--</p>	1-9

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☐ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 August 1998

Date of mailing of the international search report

04/09/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Veen, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 98/01444

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>ROCHE C ET AL: "THE CONVERGING FLOWS PROBLEM: AN ANALYTICAL STUDY"</p> <p>PROCEEDINGS OF INFOCOM '95 - CONFERENCE ON COMPUTER COMMUNICATIONS, FOURTEENTH ANNUAL JOINT CONFERENCE OF THE IEEE COMPUTER AND COMMUNICATIONS SOCIETIES, BOSTON APR. 2 - 6, 1995,</p> <p>vol. 3, 2 April 1995, pages 32-39,</p> <p>XP000580560</p> <p>INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS</p> <p>see page 33, right-hand column, line 12 - line 52</p>	1-9
A	<p>BOLLA R ET AL: "A DISTRIBUTED ROUTING AND ACCESS CONTROL SCHEME FOR ATM NETWORKS" SERVING HUMANITY THROUGH COMMUNICATIONS. SUPERCOMM/ICC, NEW ORLEANS, MAY 1 - 5, 1994,</p> <p>vol. VOL. 1, no. -, 1 May 1994, pages 44-50, XP000438881</p> <p>INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS</p> <p>see page 45, right-hand column, line 15 - page 46, right-hand column, line 1</p>	1-9

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Recherche Internationale No

PCT/FR 98/01444

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 6 H04Q11/04 H04L12/56

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 6 H04Q

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	KALAMPOUKAS L ET AL: "AN EFFICIENT RATE ALLOCATION ALGORITHM FOR ATM NETWORKS PROVIDING MAX-MIN FAIRNESS" HIGH PERFORMANCE NETWORKING 6, IFIP 6TH. INTERNATIONAL CONFERENCE ON HIGH PERFORMANCE NETWORKING (HPN). PALMA DE MALLORCA, SEPT. 13 - 15, 1995, no. CONF. 6, 11 septembre 1995, pages 143-154, XP000624333 PUIGJANER R (ED) voir page 145, ligne 13 - page 146, ligne 24 --- -/--	1-9

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☐ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"Z" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

28 août 1998

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

04/09/1998

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Veen, G

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Recherche Internationale No

PCT/FR 98/01444

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>ROCHE C ET AL: "THE CONVERGING FLOWS PROBLEM: AN ANALYTICAL STUDY" PROCEEDINGS OF INFOCOM '95 - CONFERENCE ON COMPUTER COMMUNICATIONS, FOURTEENTH ANNUAL JOINT CONFERENCE OF THE IEEE COMPUTER AND COMMUNICATIONS SOCIETIES, BOSTON APR. 2 - 6, 1995, vol. 3, 2 avril 1995, pages 32-39, XP000580560 INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS voir page 33, colonne de droite, ligne 12 - ligne 52</p> <p style="text-align: center;">---</p>	1-9
A	<p>BOLLA R ET AL: "A DISTRIBUTED ROUTING AND ACCESS CONTROL SCHEME FOR ATM NETWORKS" SERVING HUMANITY THROUGH COMMUNICATIONS. SUPERCOMM/ICC, NEW ORLEANS, MAY 1 - 5, 1994, vol. VOL. 1, no. -, 1 mai 1994, pages 44-50, XP000438881 INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS voir page 45, colonne de droite, ligne 15 - page 46, colonne de droite, ligne 1</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-9

1. A dynamic rate-allocating method to be implemented on network nodes, said method consisting in allocating -- to each source of which the connections converge onto a network node and as a consequence of a rate request from said source -- a cell rate such as to share the maximum bandwidth offered by said node's output link,

characterized in that

during consecutive cycles, said method consists

(a) at the beginning of each cycle, in allocating a rate (R_1, R_i) to each of said connections,

(b) during the cycle, in allocating, on one hand to each connection of which the required rate (R_q) exceeds the rate (R_1, R_i) which it was assigned, an account (m) of said connection then being kept and said connection being marked as being clipped, and on the other hand to each connection of which the required rate (R_q) is less than the rate (R_1, R_i) which was assigned to it, either the rate already allocated to the preceding cycle if during it said connection was not marked as being clipped, or the required rate (R_q) if during the preceding cycle said connection in fact was marked as being clipped, an account of the value differential of the assigned rate and the allocated rate then being kept in the form of the value of the unallocated rate (Δ),

(c) at the end of the cycle, in calculating a new rate value (R_1, R_i) to be assigned during the ensuing cycle to each of said connections on the basis of the account-value of the unallocated rate (Δ) and the number (m) of clipped connections.

2. Method as claimed in claim 1, characterized in that it consists in assigning each of said sources and during an initial cycle a rate corresponding to an equal share between all sources of the maximum bandwidth and offered by the node's output link $R_1 = C/N$, where C

THIS PAGE BLANK (USPTO)

is rate of the maximum bandwidth offered by the said node's output link and N the number of active connections at said node.

3. Method as claimed in either of claims 1 and 2, characterized in that it consists in calculating the new value of the rate to assign to the next cycle at each clipped connection while sharing equally the unallocated rate between said clipped connections, namely $R1 = R1 + \Delta/m$, where Δ is the unallocated rate and m is the number of clipped connections.

4. Method as claimed in either of claims 1 and 2, characterized by calculating the new rate value to assign at the next cycle to each of said connections while appropriately sharing between said clipped connections said unallocated rate from which is subtracted the excess assigned rate value

$$R1 = R1 + \frac{(C - NR1) + \Delta}{m}$$

where C is the maximum bandwidth's rate value offered by the said node's output link, N is the number of active connections at this node, Δ is the unallocated rate and m is the number of clipped connections.

5. Method as claimed in one of the above claims, characterized in that each cycle's period shall be larger than renegotiation period implemented by the apparatus of said network.

6. Method as claimed in one of the above claims, characterized in that each cycle's period shall be larger than the renegotiation period implemented by the apparatus of said network increased by the maximum time duration taken respectively by resources managing

THIS PAGE BLANK (USPTO)

cells RM of said connections to fully travel from the particular source to the other network end and back to said source.

7. Method as claimed in one of the above claims, characterized in that the requests from each of the sources shall be counted and in that said method shall only check the requests bearing an identical serial number.

8. Method as claimed in one of the above claims, characterized in that it marks a connection after the request from the corresponding source has been received and in that said mark shall be cancelled at the beginning of each cycle and in that said method shall not check requests from sources of which the connections already were marked.

9. Method as claimed in one of the above claims, characterized in that the rates respectively assigned to the sources shall be weighted.

10. Method as claimed in claim 9, characterized in that each weighting factor depends on the assured minimum rate requested by the corresponding source.

11. Method as claimed in claim 10, characterized in that the weighting factor of a source is equal to the assured minimum rate requested by said source divided by the total sum of the assured minimum rates respectively requested by all sources.

12. Method as claimed in claim 11, characterized in that the rate which is assigned to a source is equal to the total rate value assigned to all sources multiplied by said weighting factors, said rate value being given by the following relation

THIS PAGE BLANK (USPTO)

$$R = R + \frac{(C - R + \Delta)}{\sum_{clipped} DMG_i}$$

where Δ is the unallocated rate and where $\sum_{clipped} DMG_i$ represents the sum of the weighting factors of only the clipped connections.

13. Method as claimed in one of the above claims, characterized in that when receiving the request from a source of which the connection was not marked at the previous cycle as being a clipped connection and when the presently required rate is larger than the rate that had been allocated to the previous cycle, said method interrupts the cycle in progress and upon said request starts a new cycle, the rate assigned to each source being the higher rate of the present rate of the particular connection and the value of the rate appropriately distributed between all sources.

14. Method as claimed in claim 13, characterized in that a number denoting the present cycle is preserved in the context of each connection.

THIS PAGE BLANK (USPTO)